

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-078075

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

H04N 5/232

(21)Application number : 11-253888

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 08.09.1999

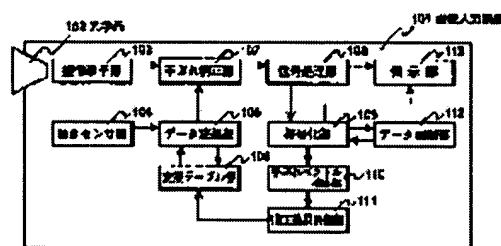
(72)Inventor : FUKUMOTO TOMIYOSHI
TAKASHIMA KAZUHIRO
UMEDA AKIFUMI

(54) DEVICE AND METHOD FOR INPUTTING PICTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively correct hand shake even in various photographing situations due to hand shake caused by the movement of a device and a hand shake vector detected at the time of compressing moving image.

SOLUTION: An image input device 101 compressing and recording image information obtained by picking up the image of an object is provided with an image pickup means 103 for obtaining image information, a movement detecting means 104 for detecting the movement of the image input device, a conversion means 105 for converting the movement to an image shaking quantity, a correcting means 107 for correcting the image information based on the image shaking quantity, a signal processing means 108, an encoding means 109, a data recording means 112, a hand shake vector detecting means 110 for detecting a hand shake vector from the image information and a correcting effect evaluation value calculating means 111 for calculating a correcting effect evaluation value from the hand shake vector. Then, the means 105 corrects the image shaking quantity based on the correcting effect evaluation value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-78075

(P 2 0 0 1 - 7 8 0 7 5 A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H04N 5/232

H04N 5/232

Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全19頁)

(21) 出願番号 特願平11-253888

(22) 出願日 平成11年9月8日 (1999.9.8)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 福元 富義

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 高島 和宏

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 梅田 昌文

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100083161

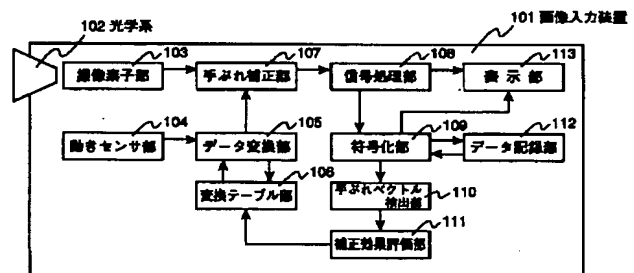
弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 画像入力装置及び画像入力方法

(57) 【要約】

【課題】 装置の動きによる手ぶれと、動画像圧縮時に検出される手ぶれベクトルとによって様々な撮影状況下でも効果的に手ぶれ補正を行う。

【解決手段】 被写体を撮像し得られた画像情報を圧縮して記録する画像入力装置において、画像情報を得る撮像手段103と、画像入力装置の動きを検出する動き検出手段104と、動きを画像ぶれ量に変換する変換手段105と、画像ぶれ量を基に画像情報を補正する補正手段107と、信号処理手段108と、符号化手段109と、データ記録手段112と、画像情報から手ぶれベクトルを検出する手ぶれベクトル検出手段110と、手ぶれベクトルから補正効果評価値を算出する補正効果評価値算出手段111とを具備し、変換手段105は補正効果評価値を基に画像ぶれ量を修正する事を特徴とする画像入力装置101。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被写体を撮像し得られた画像情報を圧縮して記録する画像入力装置において、被写体を撮像し画像情報とする撮像手段と、前記画像入力装置の動きを検出する動き検出手段と、前記動き検出手段で検出された前記動きを画像ぶれ量に変換する変換手段と、前記変換手段で得られた前記画像ぶれ量を基に前記撮像手段で得られた前記画像情報を補正する補正手段と、前記補正手段で補正された前記画像情報を処理する信号処理手段と、前記信号処理手段で処理された前記画像情報を符号化する符号化手段と、前記符号化手段で符号化された前記画像情報を記録するデータ記録手段と、前記符号化手段で符号化された前記画像情報から手ぶれベクトルを検出する手ぶれベクトル検出手段と、前記手ぶれベクトル検出手段で検出された前記手ぶれベクトルから補正効果評価値を算出する補正効果評価値算出手段とを具備し、前記変換手段は前記補正効果評価値算出手段で算出された前記補正効果評価値を基に前記画像ぶれ量を修正する事を特徴とする画像入力装置。

【請求項 2】 前記手ぶれベクトル検出手段は、前記画像情報が前記符号化手段によって符号化される際に求められる動きベクトルから前記手ぶれベクトルを検出する事を特徴とする請求項 1 記載の画像入力装置。

【請求項 3】 前記変換手段は、前記動きに対応する前記画像ぶれ量を記憶する複数の変換テーブルを有し、これらの変換テーブルを切り換える事により、前記動き検出手段で検出された前記動きを前記画像ぶれ量に変換するものである事を特徴とする請求項 1 記載の画像入力装置。

【請求項 4】 前記変換手段は、前記動きに対応する前記画像ぶれ量を記憶する変換テーブルを有し、これらの変換テーブルの係数を修正することにより、前記動き検出手段で検出された前記動きを前記画像ぶれ量に変換するものであることを特徴とする請求項 1 記載の画像入力装置。

【請求項 5】 前記変換手段は、前記動き検出手段で検出された前記動きと、前記手ぶれベクトル検出手段で検出された前記手ぶれベクトルとを基に前記動きに対応する前記画像ぶれ量を有する変換テーブルを作成する手段を有する事を特徴とする請求項 1 記載の画像入力装置。

【請求項 6】 前記補正効果評価値算出手段は、前記画像情報の任意のフレームにおける前記補正効果評価値を前記フレームから所定フレーム数溯ったフレームから前記フレームまでの前記補正効果評価値の和として算出する事を特徴とする請求項 1 記載の画像入力装置。

【請求項 7】 前記補正効果評価値算出手段において算出された前記補正効果評価値に応じて手ぶれ補正を停止する手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 の画像入力装置。

【請求項 8】 被写体を撮像し得られた複数のフレーム

から成る画像情報を圧縮して記録する画像入力装置において、被写体を撮像し画像情報とする撮像手段と、前記画像入力装置の動きを検出する動き検出手段と、前記動き検出手段で検出された前記動きを画像ぶれ量に変換する変換手段と、前記変換手段で得られた前記画像ぶれ量を基に前記撮像手段で得られた前記画像情報を補正する補正手段と、前記補正手段で補正された前記画像情報を処理する信号処理手段と、前記信号処理手段で処理された前記画像情報を符号化する符号化手段と、前記符号化手段で符号化された前記画像情報を記録するデータ記録手段と、前記データ記録手段に記録される単位時間あたりのフレーム数を設定するフレームレート設定手段とを具備し、前記単位時間あたりのフレーム数に応じて前記動き検出手段の出力の周波数制御を行う事を特徴とする画像入力装置。

【請求項 9】 被写体を撮像し得られた画像情報を圧縮して記録する画像入力装置における画像入力方法において、被写体を撮像し画像情報とする撮像ステップと、前記画像入力装置の動きを検出する検出ステップと、前記検出ステップで検出された前記動きを画像ぶれ量に変換する変換ステップと、前記変換ステップで変換された前記画像ぶれ量を基に前記撮像ステップで撮像した前記画像情報を補正する補正ステップと、前記補正ステップで補正された前記画像情報を処理する信号処理ステップと、前記信号処理ステップで処理された前記画像情報を符号化する符号化ステップと、前記符号化ステップで符号化された前記画像情報を記録するデータ記録ステップと、前記符号化ステップで符号化された前記画像情報から手ぶれベクトルを検出する手ぶれベクトル検出ステップと、前記手ぶれベクトル検出ステップで検出された前記手ぶれベクトルから補正効果評価値を算出する算出ステップと、前記算出ステップで算出された前記補正効果評価値を基に前記画像ぶれ量を修正する修正ステップとを具備する事を特徴とする画像入力方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビデオカメラなどの画像入力装置及び画像入力方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】ビデオカメラなどの画像入力装置は、ビデオテープレコーダ（VTR）などの画像記録装置、あるいはパソコンなどとともに一般家庭にも広く普及している。

【 0 0 0 3 】この様な画像入力装置には、ピントの自動調節の為にオートフォーカス機能、また、ぶれの少ない画像を撮影、記録する為の手ぶれ補正機能が搭載されているものが多い。

【 0 0 0 4 】これらの機能のうちの、手ぶれ補正機能を実現するための技術は、手ぶれの検出方法と補正方法から成っている。

【0005】手ぶれの検出方法としては、ビデオカメラなどの画像入力装置自体に加えられた動きを加速度センサなどの手ぶれセンサによって検出するもの、複数フレームの画像信号から画像ぶれ量を計算するものなどに分類できる。

【0006】また、手ぶれの補正方法としては、検出された手ぶれに合わせて、レンズの向きや可変プリズムの向きを機械的に制御するもの、撮影された画像信号をメモリに一旦記憶し、検出された手ぶれから撮像素子上の移動量に相当する画像ぶれ量を計算し、メモリに記憶された画像信号の読み出し位置を変更するもの、画像ぶれ量に合わせて撮像素子から信号を読み出すタイミングを制御して、撮影された信号の一部分を読み出すものなどに分類できる。

【0007】手ぶれ補正機能は、このように分類される手ぶれの検出方法と補正方法を、例えば図20のように組み合わせる事によって実現されている。図20の場合、動きセンサからの出力を光学機構制御部に送り、この出力に合わせてレンズの向きや可変プリズムの向きを機械的に制御し、手ぶれを補正している。

【0008】他方、近年の画像入力装置においては、これまでの様にアナログ信号処理、記録を行ってきたアナログタイプに加えて、撮影された画像信号をデジタルデータに変換してデジタル信号処理、記録を行うデジタルタイプが広く利用され始めている。このデジタルタイプが注目を集めている理由としては、解像度や色再現性などの画質や、音質の良さに加えて、各種デジタルインタフェースを利用した情報交換や伝送の速さ、動画像圧縮技術を用いた記録効率の良さ、パソコンなどとの親和性による画像信号の加工や編集作業の容易さ、あるいは小型軽量化された装置サイズなどがある。

【0009】上記のようなデジタルタイプの画像入力装置では、動画像圧縮において動きベクトルを利用しているものがある。この場合、撮影中に手ぶれが発生すると、この手ぶれに伴い全体的な動きベクトルが発生し、画質の低下の要因となる。つまり、手ぶれが、画像を構成する全てのブロックに対する動きベクトルとして検知されてしまう可能性が存在するのである。安価で小型軽量の携帯型画像入力装置、特に低ビットレートの動画像圧縮を行う画像入力装置の場合には、さらに手ぶれによる画質の劣化の影響が大きい。その為、ぶれの少ない画像を撮影、記録するための手ぶれ補正機能を備えていることが重要となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、現在の手ぶれ補正機能には、いくつかの問題が存在する。

【0011】例えば、画像入力装置の光学系の仕様、被写体との距離、さらに撮像素子の画素数、サイズなどとの兼ね合いによっては、画像入力装置の動きの大きさに対する画像ぶれ量の大きさの割合が変化する事があり、

この場合は、適切な手ぶれ補正が行われない可能性がある。図21は、撮像素子部の出力を3フレーム取り出した場合であるが、図21(a)の遠景撮影と図21

(b)の近景撮影では、同じ手ぶれ量でも近景撮影の方が画像ぶれ量への影響が大きくなる。このため、予め把握していた関係に基づいてのみ画像の切り出しなどの補正処理を行うと手ぶれ補正の効果が低減してしまう。

【0012】加えて、画像入力装置の仕様や処理能力、画像情報の記録や伝送の規格、あるいは使用者の設定などによって、撮影した画像情報を記録、あるいは伝送する単位時間当たりのフレームレートを変更することができ柔軟なシステムも多くなっている。このようなシステムに対応するためには、フレームレートに関係なく手ぶれの周波数成分を有する手ぶれセンサの出力と、得ようとしているフレームレートとの整合をとる処理が必要である。

【0013】本発明は、かかる点に鑑み、装置の動きを検出する手段と、動画像圧縮の過程で検出される動きベクトルを利用して手ぶれベクトルを検出する手段とを有し、様々な撮影状況下で効果的な手ぶれ補正を行う事を目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】そこで本発明は、被写体を撮像し得られた画像情報を圧縮して記録する画像入力装置において、被写体を撮像し画像情報とする撮像手段と、画像入力装置の動きを検出する動き検出手段と、動き検出手段で検出された動きを画像ぶれ量に変換する変換手段と、変換手段で得られた画像ぶれ量を基に撮像手段で得られた画像情報を補正する補正手段と、補正手段で補正された画像情報を処理する信号処理手段と、信号処理手段で処理された画像情報を符号化する符号化手段と、符号化手段で符号化された画像情報を記録するデータ記録手段と、符号化手段で符号化された画像情報から手ぶれベクトルを検出する手ぶれベクトル検出手段と、手ぶれベクトル検出手段で検出された手ぶれベクトルから補正効果評価値を算出する補正効果評価値算出手段とを具備し、変換手段は補正効果評価値算出手段で算出された補正効果評価値を基に画像ぶれ量を修正する事を特徴とする画像入力装置を提供する。

【0015】本発明の画像入力装置の手ぶれベクトル検出手段は、画像情報が符号化手段によって符号化される際に求められる動きベクトルから手ぶれベクトルを検出しても良い。

【0016】また本発明の画像入力装置の変換手段は、動きに対応する画像ぶれ量を記憶する複数の変換テーブルを有し、これらの変換テーブルを切り換える事により、動き検出手段で検出された動きを画像ぶれ量に変換しても良いし、動きに対応する画像ぶれ量を記憶する変換テーブルを有し、これらの変換テーブルの係数を修正することにより、動き検出手段で検出された動きを画像

ぶれ量に変換しても良い。

【0017】さらに本発明の画像入力装置の変換手段は、動き検出手段で検出された動きと、手ぶれベクトル検出手段で検出された手ぶれベクトルとを基に動きに対応する画像ぶれ量を有する変換テーブルを作成する手段を有しても良い。

【0018】また本発明の画像入力装置の補正効果評価値算出手段は、画像情報の任意のフレームにおける補正効果評価値を任意のフレームから所定フレーム数溯ったフレームから任意のフレームまでの補正効果評価値の和として算出しても良い。

【0019】さらに本発明の画像入力装置の補正効果評価値算出手段において、算出された補正効果評価値に応じて手ぶれ補正を停止する手段をさらに有しても良い。

【0020】また本発明は、被写体を撮像し得られた複数のフレームから成る画像情報を圧縮して記録する画像入力装置において、被写体を撮像し画像情報とする撮像手段と、画像入力装置の動きを検出する動き検出手段と、動き検出手段で検出された動きを画像ぶれ量に変換する変換手段と、変換手段で得られた画像ぶれ量を基に撮像手段で得られた画像情報を補正する補正手段と、補正手段で補正された画像情報を処理する信号処理手段と、信号処理手段で処理された画像情報を符号化する符号化手段と、符号化手段で符号化された画像情報を記録するデータ記録手段と、データ記録手段に記録される単位時間あたりのフレーム数を設定するフレームレート設定手段とを具備し、単位時間あたりのフレーム数に応じて動き検出手段の出力の周波数制御を行う事の特徴とする画像入力装置を提供する。

【0021】さらに本発明は、被写体を撮像し得られた画像情報を圧縮して記録する画像入力装置における画像入力方法において、被写体を撮像し画像情報とする撮像ステップと、画像入力装置の動きを検出する検出ステップと、検出ステップで検出された動きを画像ぶれ量に変換する変換ステップと、変換ステップで変換された画像ぶれ量を基に撮像ステップで撮像した画像情報を補正する補正ステップと、補正ステップで補正された画像情報を処理する信号処理ステップと、信号処理ステップで処理された画像情報を符号化する符号化ステップと、符号化ステップで符号化された画像情報を記録するデータ記録ステップと、符号化ステップで符号化された画像情報から手ぶれベクトルを検出する手ぶれベクトル検出ステップと、手ぶれベクトル検出ステップで検出された手ぶれベクトルから補正効果評価値を算出する算出ステップと、算出ステップで算出された補正効果評価値を基に画像ぶれ量を修正する修正ステップとを具備する事の特徴とする画像入力方法を提供する。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態を図面を参照しつつ詳細に説明するが、本発明はこれらの実施

形態に限定されるものではない。

【0023】まず、本発明の第1の実施形態について説明する。本実施形態の画像入力装置は、画像入力装置の動きから手ぶれを検出する手段と、動画像圧縮の過程で検出される動きベクトルを利用して手ぶれベクトルを検出する手段とを有し、それぞれの手段で検出された情報を元に手ぶれ補正を行う事により、それぞれの手ぶれ補正方法の特長を活かしたものである。

【0024】本実施形態の画像入力装置を図1のブロック図に示す。

【0025】図1に示すように、本画像入力装置101は光学系102と、撮像素子部103（撮像手段）と、動きセンサ部104（動き検出手段）と、データ変換部105（変換手段）と、変換テーブル部106と、手ぶれ補正部107（補正手段）と、信号処理部108（信号処理手段）と、符号化部109（符号化手段）と、手ぶれベクトル検出部110（手ぶれベクトル検出手段）と、補正効果評価部111（補正効果評価値算出手段）と、データ記録部112（データ記録手段）と、表示部113とによって構成されている。

【0026】まず、光学系102において被写体の像をレンズを使って結像させ、撮像素子部103で光学系102によって結像された被写体を撮像し、画像情報を得る。この光学系102に使用するレンズは、被写体の光学像の倍率を連続的に変えることのできるズームレンズ、あるいは固定焦点レンズなどを用いても良い。また、撮像素子部103は、例えばCCD型イメージセンサなどの撮像素子と、撮像素子駆動回路などから構成される。

【0027】動きセンサ部104は、例えば手ぶれを検出するための加速度センサなどの手ぶれセンサと、センサ出力信号の帯域を制限するフィルタ回路、増幅回路などのセンサ出力信号処理回路と、手ぶれの大きさを算出する基準となる信号を保持している基準値保持回路と、この基準値を用いて移動距離、角度などを得るためのセンサ出力積分回路と、この積分値をデジタルデータにするAD変換回路などから構成される。そして、手ぶれセンサは撮像素子部103の水平、垂直方向の動きを検出できるように、例えば撮像素子部103を固定している基板上に設置し、画像入力装置101に加えられる動きを検出する。

【0028】動きセンサ部104の手ぶれセンサとしてはその他にも、速度センサ、角速度センサなどのセンサを使用しても良い。

【0029】データ変換部105は、動きセンサ部104からの出力を画像ぶれ量に変換するデータ変換を行うためのものである。

【0030】変換テーブル部106は、データ変換部105でデータ変換を行うための変換テーブルから構成される。この変換テーブル部106は、動きセンサ部10

4の各々の出力に対する画像ぶれ量を予め記憶しているもので、半導体メモリなどで構成されている。

【0031】このような構成にすることによって、データ変換部105は、動きセンサ部104からの出力を受け、変換テーブル部106の所定のテーブルを参照し、または複数用意しておいたテーブルを切り換え、またはテーブルの行と列のシフトを含むテーブルの係数調整などを行うことによって、画像ぶれ量を出力する。つまり、動きセンサ部104からの出力と画像ぶれ量との間に対応関係を付けるのが変換テーブルで、この変換テーブルを用いて動きセンサ部104からの出力を最適な画像ぶれ量に変換するデータ変換を行うのがデータ変換部105である。

【0032】手ぶれ補正部107では、データ変換部105で得られた画像ぶれ量を基に、撮像素子部103からの画像情報に手ぶれ補正を行う。例えば、図2に示すように撮像素子部103からの画像情報を全てメモリに一旦記憶し、データ変換部105で得られた画像ぶれ量に合わせて、メモリから記憶された画像情報の一部分を切り出すことによって手ぶれ補正を行う。

【0033】信号処理部108は、手ぶれ補正部107において手ぶれ補正された画像情報を、画像信号に変換するためのものである。この信号処理部108では、手ぶれ補正された撮像素子部103からの画像情報が、アナログ処理された後、デジタル信号処理される事により、例えば、輝度信号、色差信号のような画像信号に変換される。

【0034】符号化部109は、信号処理部108で処理された膨大な画像信号を圧縮伸長するものである。圧縮伸長の際には、テレビ電話、テレビ会議などの通信画像を対象としたH. 263、CD-ROMなどの蓄積メディア画像を対象としたMPEG-1、放送用画像を対象としたMPEG-2、アナログ電話回線や移動体通信での通信画像を対象としたMPEG-4などの技術を用いる。これらの圧縮伸長方法では、圧縮の際に、動きベクトルが用いられる。

【0035】手ぶれベクトル検出部110は、符号化部109で画像信号から得られる動きベクトルを利用して手ぶれベクトルを検出するものである。符号化部109において画像信号から検出される動きベクトルは、画像信号を8×8画素や16×16画素のブロックに分割し、探索範囲を決めてブロックマッチングする事によって求められる。このようにして求めた動きベクトルから手ぶれベクトルを検出する方法は、例えば動きベクトル全体の平均値、中央値などを用いる方法が考えられる。

【0036】補正効果評価部111は、手ぶれベクトル検出部110で検出された手ぶれベクトルによって現在の交換テーブルによる手ぶれ補正を評価し、この結果に基づいて交換テーブル部106の複数の交換テーブルのうちのいずれかを選択的に切り換えたり、交換テーブル

の係数調整を行う等の制御信号を出力するものである。

【0037】データ記録部112は、符号化部109において符号化された画像信号を記録するためのものである。このデータ記録部112は本画像入力装置101内に固定されるか、あるいは脱着できる半導体メモリ、テープ媒体、ディスク媒体などで構成されても良い。

【0038】表示部113は、画像信号を表示するためのものである。この表示部113はLCDモニタのようなディスプレイでも良く、信号処理部108からの画像信号、あるいはデータ記録部112に記録されているデータを符号化部109で伸長した画像信号を表示する。なお、この表示部113は設けなくても良い。

【0039】本実施形態の画像入力装置101は以上のように構成されているが、ここで、動きセンサ部104の出力を、変換テーブルを用いて画像ぶれ量に変換する方法を、図3を用いてさらに詳しく説明する。

【0040】図3(a)では、動きセンサ部104において得られる手ぶれセンサの出力の水平方向Xの積分値を基準値 X_{ref} を中心に5段階に量子化している。また、図3(b)では、垂直方向Yの積分値を、基準値 Y_{ref} を中心に5段階に量子化している。なお、ここでは手ぶれセンサの出力の積分値に対して線形に量子化を行っているが、動きセンサ部104の動きの大きさと実際の画像ぶれ量の関係に合わせて非線形な量子化を行ってもよい。

【0041】図3(c)は、量子化された動きセンサ部104の出力(X_n 、 Y_n)に対する画像ぶれ量(Sx_n 、 Sy_n)を予め記憶している変換テーブルの例である。例えば、この変換テーブルを用いると、動きセンサ部104の出力が(X_0 、 Y_0)のときは、画像ぶれ量(Sx_0 、 Sy_0)が得られる。なお、このときの画像ぶれ量(Sx_0 、 Sy_0)を(0、0)とすれば、動きセンサ部104の出力が(X_0 、 Y_0)のときは手ぶれの影響がないことを表現できる。また、図3(d)の例のように、動きセンサ部104の出力(X_n 、 Y_n)の絶対値に対する画像ぶれ量(Sx_n 、 Sy_n)を変換テーブルとして予め記憶しておき、動きセンサ部104の出力の符号に画像ぶれ量の符号を合わせるようにすれば、記憶しておくべきデータを半分近くとする事もできる。

【0042】以上により、動きセンサ部104の出力は画像ぶれ量へと変換できる。しかし、この動きセンサ部104の出力から求められた画像ぶれ量は、画像入力装置101のレンズの倍率、被写体と本画像入力装置101の距離などの光学的な条件によって、撮像素子上に結像する被写体の光学像の大きさが時間の経過により変化する為、動きセンサ部104からの出力と画像ぶれ量との関係もこれにともなって変化し、手ぶれ補正が適切に行われなくなる可能性が存在する。従って、使用している変換テーブルを周期的に見直す必要がある。補正効果評価部111でこれを見直す処理の例について図4のフ

ローチャートを用いて説明する。

【0043】本画像入力装置101の電源投入後、変換テーブル部106において初期変換テーブルを選択する(S401)。この初期変換テーブルは、予め用意される変換テーブルのうちの一つで、例えば、全ての変換テーブルの中で平均的な特性を有するものなどとする。

【0044】続いて、使用者の操作などによって補正停止信号が発生していないかを確認し(S402)、補正停止信号が発生していた場合は処理を終了する。

【0045】補正停止信号が発生していなければ、手ぶれ補正が適切に行われているかの評価値算出を行い(S403)、この評価値によって、現在の変換テーブルの見直しが必要かを判断する(S404)。

【0046】変換テーブルの見直しが必要ないと判断された場合は、現在の変換テーブルを引き続き使用することを決定する現テーブル継続制御信号を出力し(S405)、変換テーブルの見直しが必要と判断された場合は、テーブル切り換え試行処理(S406)、テーブル選択処理(S407)を行う。

【0047】次に、これら一連の処理の中で、手ぶれ補正が適切に行われているかの評価値を算出する、評価値算出処理について図5のフローチャートを用いて説明する。

【0048】まず、手ぶれ補正の評価を行う、評価周期Mを読み込む(S501)。これは、Mフレーム間隔で、このとき使用している変換テーブルによる手ぶれ補正の効果を評価することを意味する。この評価周期Mの設定はフレームレートなどに応じて自動的に、あるいは使用者によって手動で設定すれば良い。

【0049】次に、フレーム数NをN=0とし(S502)、評価値V₀を初期化する(S503)。

【0050】続いて、フレーム数Nと評価周期Mの比較を行い(S504)、N=Mでなければ、手ぶれベクトル検出部110から手ぶれベクトルVを読み込み(S505)、評価値V₀=V_{N-1}+|V|を演算し(S506)、フレーム数NをN+1に置き換える(S507)。ここで、評価値の演算式中のV_{N-1}は、フレーム数N-1のときの評価値である。

【0051】フレーム数Nと評価周期Mの比較の結果がN=Mとなったら、評価値V₀を出力して(S508)処理を終了する。なお、このような処理で得られた評価値V₀は、動きセンサ部の出力から算出した画像ぶれ量を用いて手ぶれ補正した際に、残留ぶれ成分として残ってしまった手ぶれベクトルの、評価周期Mの間の積分値に相当する。これは、このとき使用している変換テーブルによる手ぶれ補正の効果が高いほど小さい値となる。

【0052】次に、図4の変換テーブルを周期的に見直す処理の中で、手ぶれ補正の評価値によって変換テーブルの見直しの必要性を判断する処理について図6のフローチャートを用いて説明する。

【0053】まず、手ぶれ補正の評価値V₀を読み込み(S601)、予め設定しておくテーブル切り換え試行処理を行うか否かのしきい値V_{th}と評価値V₀を比較し(S602)、評価値V₀の方が大きい場合は、変換テーブルの見直しが必要と判断し(S603)、評価値V₀の方が小さい場合は、変換テーブルの見直しは不要と判断して(S604)処理を終了する。

【0054】次に、図4の変換テーブルを周期的に見直す処理の中で、変換テーブルの見直しが必要であると判断された場合のテーブル切り換え試行処理について図7のフローチャートを用いて説明する。

【0055】まず、評価周期M、評価値V₀、現在使用している変換テーブルのテーブル番号Tを読み込む(S701)。なお、この変換テーブルは、ある動きセンサ部104からの出力に対して、テーブル番号が小さくなると小さい画像ぶれ量が得られ、テーブル番号が大きくなると大きい画像ぶれ量が得られるような順番に並んでいるものとする。

【0056】次に、評価値V₀、V₀を初期化し(S702)、フレーム数NをN=0とする(S703)。この評価値V₀、V₀は、V₀はテーブル番号を1つ小さくして試行した場合の評価値であり、V₀はテーブル番号を1つ大きくして試行した場合の評価値である。

【0057】続いて、テーブル番号をT-1にする(S704)。つまり、ある動きセンサ部104からの出力に対し、現在の変換テーブルより画像ぶれ量が小さくなる変換テーブルへと切り換える。

【0058】さらに、フレーム数Nと評価周期Mの比較を行い(S705)、N=Mでなければ、手ぶれベクトル検出部110から手ぶれベクトルVを読み込み(S706)、評価値V₀=V_{N-1}+|V|を演算し(S707)、フレーム数NをN+1に置き換える(S708)。また、フレーム数Nと評価周期Mの比較の結果がN=Mであれば、評価値V₀を出力し(S709)、フレーム数NをN=0とする(S710)。

【0059】次に、テーブル番号をT+1にする(S711)。つまり、ある動きセンサ部104からの出力に対し、現在の変換テーブルより画像ぶれ量が大きくなる変換テーブルへと切り換える。

【0060】さらに、フレーム数Nと評価周期Mの比較を行い(S712)、N=Mでなければ、手ぶれベクトル検出部110から手ぶれベクトルVを読み込み(S713)、評価値V₀=V_{N-1}+|V|を演算し(S714)、フレーム数NをN+1に置き換える(S715)。また、フレーム数Nと評価周期Mの比較の結果がN=Mであれば、評価値V₀を出力して(S716)処理を終了する。

【0061】次に、図4の変換テーブルを周期的に見直す処理の中で、これらの評価値V₀、V₀、V₀を用いて、適した変換テーブルを選択するテーブル選択処理に

ついて図 8 のフローチャートを用いて説明する。

【0062】まず、評価値 V_x 、 V_y 、 V_z と、現在使用している変換テーブルのテーブル番号 T を読み込む (S801)。手ぶれベクトルから得られるこれらの評価値は手ぶれ補正部 107 で手ぶれ補正された後の残留ぶれ成分を表わすので、より小さい方がその変換テーブルによる手ぶれ補正効果が高いといえる。

【0063】次に、評価値 V_x 、 V_y 、 V_z のうちで最も小さいものを比較によって判断し (S802~S804)、最小値が評価値 V_x であれば現テーブルを継続する継続制御信号を出力し (S805)、評価値 V_y であればテーブル番号 $T+1$ に切り換える切り換え制御信号を出力し (S806)、評価値 V_z であればテーブル番号 $T-1$ に切り換える切り換え制御信号を出力して (S807) 処理を終了する。

【0064】以上から、動きセンサ部 104 からの出力によって手ぶれ補正を行い、さらに符号化された画像情報から手ぶれベクトルを検出し、手ぶれ補正の見直しを行う事により、より精度の高い手ぶれ補正を行う事が出来る。

【0065】また、変換テーブルとしては、図 9 (a) に示すような基本の変換テーブルの他に、図 9 (b) のように、動きセンサ部 104 の出力に対して図 9 (a) の変換テーブルの 2 倍の画像ぶれ量を与える変換テーブルを設ける事も出来る。さらに、その他の変換テーブルとして、図 9 (c) のように図 9 (a) の変換テーブルの各成分に 1 を加え、変換テーブルの行と列の係数をシフトさせたものを設けたり、図 9 (d) のように画像ぶれ量 (Sx_n 、 Sy_n) が (0, 0) である係数の組み合わせを増やしたものを設ける事も出来る。動きセンサ部 104 の出力 (X_n 、 Y_n) に対する画像ぶれ量 (Sx_n 、 Sy_n) を表わす係数を非線形に配置するようにしても良く、これらの変換テーブルを設ける事により、様々な動きセンサ部 104 の出力と画像ぶれ量の関係に対応できる。

【0066】本実施形態においては、手ぶれ補正が適切に行われているかの評価値を算出する評価値算出処理の例について、図 5 のフローチャートを用いて説明したが、他の方法を用いて評価値を算出しても良い。評価値算出方法のその他の例として、図 10、図 11 を用いて説明する。

【0067】図 10 の評価値算出方法においては、評価周期 M のときにのみ、手ぶれベクトルの絶対値を読み込む事で評価値 V_z を得ることができる。

【0068】まず、評価を行う評価周期 M を読み込み (S1001)、フレーム数 N を $N=0$ とし (S1002)、評価値 V_z を初期化する (S1003)。評価周期 M は、予め設定しておけば良い。

【0069】次に、フレーム数 N と評価周期 M の比較を行い (S1004)、 $N=M$ でなければ、フレーム数 N

を $N+1$ に置き換える (S1005)。また、 $N=M$ であれば、手ぶれベクトル検出部 110 から手ぶれベクトル V を読み込み (S1006)、評価値 $V_z = |V|$ を出力して (S1007) 処理を終了する。

【0070】図 11 の評価値算出方法は、手ぶれ補正の評価値を現在のフレームから M フレーム溯り、 M フレーム分の加算値として各フレーム毎に出力する評価値算出処理の例である。

【0071】まず、溯って評価を行うフレーム数 M を読み込み (S1101)、評価値 V_z を初期化する (S1102)。フレーム数 M は、予め設定しておけば良い。

【0072】次に、手ぶれベクトル検出部 110 から手ぶれベクトル V を読み込み (S1103)、現在のフレームの評価値とする。そして、現在のフレームから過去 M フレーム分の評価値を呼び出して加算し (S1104)、この加算値を評価値 V_z として出力して (S1105) 処理を終了する。なお、過去 M フレーム分の評価値が確保されない場合は、評価値 $V_z = 0$ を出力し、同じ変換テーブルを使用し続けても良い。

【0073】また、本実施形態においては、変換テーブルの見直しが必要であると判断された場合のテーブル切り換え試行処理の例について、図 7 のフローチャートを用いて説明したが、他の方法を用いて切り換え試行処理を行っても良い。切り換え試行処理のその他の例として、図 12 を用いて説明する。

【0074】図 12 では、まず現在の変換テーブルのテーブル番号 T 、テーブル切り換え試行処理を行う試行評価周期 L を読み込む (S1201)。試行評価周期 L は、予め設定しておけば良い。

【0075】次に、評価値 V_x 、 V_y 、 V_z を初期化し (S1202)、フレーム数 N を $N=0$ とする (S1203)。

【0076】次に、フレーム数 N と試行評価周期 L の比較を行い (S1204)、 $N=L$ でなければ、評価値 V_z を演算し (S1205)、フレーム数 N を $N+1$ に置き換える (S1206)。また、 $N=L$ であれば、テーブル番号 T のときの評価値 V_z を出力し (S1207)、フレーム数 N を 0 とする (S1208)。

【0077】次に、テーブル番号を $T-1$ にする (S1209)。フレーム数 N と試行評価周期 L の比較を行い (S1210)、 $N=L$ でなければ、評価値 V_z を演算し (S1211)、フレーム数 N を $N+1$ に置き換える (S1212)。また、 $N=L$ であれば、テーブル番号 $T-1$ のときの評価値 V_z を出力し (S1213)、フレーム数 N を 0 とする (S1214)。

【0078】次に、テーブル番号を $T+1$ にする (S1215)。フレーム数 N と試行評価周期 L の比較を行い (S1216)、 $N=L$ でなければ、評価値 V_z を演算し (S1217)、フレーム数 N を $N+1$ に置き換える (S1218)。また、 $N=L$ であれば、テーブル番号

T+1のときの評価値 V_p を出力して(S1219)処理を終了する。なお、上記した V_n 、 V_s 、 V_p の演算は、図5に示したように行えば良い。

【0079】図12のテーブル切り換え試行処理では、 $3L < 2M$ とする事により、図7の周期Mと比べて、短時間でテーブル切り換え処理を行う事が出来る為、時間的な面で有効である。

【0080】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態の画像入力装置は、第1の実施形態の画像入力装置と同様の構成であり、変換テーブルを周期的に見直す処理のみが異なる。第1の実施形態では、評価周期ごとに評価値を算出し、変換テーブルの見直しの判断を行い、見直しが必要と判断された場合にのみテーブル切り換え試行を行う。しかし、本実施形態では、周期的かつ自動的に評価値を算出しテーブル切り換え試行を行う。本実施形態の画像入力装置の構成は、第1の実施形態の画像入力装置の構成と同様である為に省略し、変換テーブルを周期的に見直す処理のみ説明する。

【0081】本実施形態において、補正効果評価部111において一定の周期で変換テーブルを見直す処理について、図13のフローチャートを用いて説明する。

【0082】まず、本画像入力装置101の電源投入後、変換テーブル部106において初期変換テーブルを選択する(S1301)。

【0083】次に、フレーム数Nを0とし(S1302)、使用者の操作などによって補正停止信号が発生していないかを確認し(S1303)、補正停止信号が発生していた場合は処理を終了する。補正停止信号が発生していなければ、テーブル切り換え試行処理(S1304)、テーブル選択処理(S1305)を行う。

【0084】これら一連の、図13に示す変換テーブルを周期的に見直す処理の中で行われる、テーブル切り換え試行処理の例について図14のフローチャートを用いて説明する。

【0085】まず、現在の変換テーブルのテーブル番号T、テーブル切り換え試行処理を行う試行評価周期Qを読み込む(S1401)。試行評価周期Qは予め設定しておけば良い。

【0086】次に、評価値 V_n 、 V_s 、 V_p を初期化し(S1402)、フレーム数Nを0とする(S1403)。

【0087】次に、フレーム数Nと試行評価周期Qの比較を行い(S1404)、 $N=Q$ でなければ、評価値 V_p を演算し(S1405)、フレーム数NをN+1に置き換える(S1406)。また、 $N=Q$ であれば、テーブル番号Tのときの評価値 V_p を出力し(S1407)、フレーム数Nを0とする(S1408)。

【0088】次に、テーブル番号をT-1にする(S1409)。フレーム数Nと試行評価周期Qの比較を行い(S1410)、 $N=Q$ でなければ、評価値 V_p を演算

し(S1411)、フレーム数NをN+1に置き換える(S1412)。また、 $N=Q$ であれば、テーブル番号T-1のときの評価値 V_p を出力し(S1413)、フレーム数Nを0とする(S1414)。

【0089】次に、テーブル番号をT+1にする(S1415)。フレーム数Nと試行評価周期Qの比較を行い(S1416)、 $N=Q$ でなければ、評価値 V_p を演算し(S1417)、フレーム数NをN+1に置き換える(S1418)。また、 $N=Q$ であれば、テーブル番号T+1のときの評価値 V_p を出力して(S1419)処理を終了する。

【0090】これらの評価値、 V_n 、 V_s 、 V_p の演算は第1の実施形態と同様に行えば良く、ここでは説明を省略する。また、これらの評価値を用いて、適した変換テーブルを選択するテーブル選択処理についても、第1の実施形態と同様に行えば良く、ここでは説明を省略する。

【0091】以上の様にして、本実施形態においても、補正効果評価部111において一定の周期Qで、変換テーブルを見直す処理を行う事が出来る。

【0092】次に本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態の画像入力装置は、仕様や処理能力、画像情報の記録や伝送の規格、あるいは使用者の設定などによって、撮影した画像情報を記録、あるいは伝送する単位時間当たりのフレームレートを変更することができるシステムに対応可能な構成の例である。

【0093】本実施形態の画像入力装置の構成を図15に示す。図15では第1の実施形態の構成とは多少異なり、フレームレート設定部1501を有する。また図示しないが、第1の実施形態で示した変換テーブル部、手ぶれベクトル検出部、補正効果評価部を設けることも可能である。なお本実施形態では、第1の実施形態と同様な部分については同じ番号を付し、説明を省略する。

【0094】本実施形態においては、第1の実施形態と同様、動きセンサ部104からの出力をデータ変換部105で画像ぶれ量に変換し、手ぶれ補正部107で補正を行う。

【0095】さらに本実施形態では、使用者がフレームレート設定部1501で設定したフレームレートの情報を動きセンサ部104に伝える。図16に示す例のように、フレームレートの変更があったときには、動きセンサ部104において、各フレーム間に加えられた手ぶれを検出するための手ぶれセンサ出力の積分期間の変更が必要となる。

【0096】また、手ぶれセンサ出力には元々、フレームレートには関係なく不要な高い周波数が含まれており、30[フレーム/秒]のときも低域通過フィルタで、このような不要な信号の通過を阻止する必要がある。よって、フレームレートの変更に合わせて、さらに不要な周波数成分の通過を阻止せねばならない。

【0097】そこで、このような場合に対応出来る動きセンサ部104のセンサ出力信号処理回路の例について図17を用いて説明する。

【0098】図17は手ぶれセンサ出力を入力部1701で受け、増幅器1702で増幅して出力部1703から出力する回路である。手ぶれセンサ出力は、例えば、0[V]、2.5[V]などの基準値部1704の電位を基準に増幅される。さらに、フレームレート設定部1501からのフレームレート制御信号を受け、出力部1703から出力の周波数制御、つまり信号帯域の制限を行

【0099】この回路は、抵抗 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]により、増幅率 $(R_1 + R_2) / R_1$ を持つ増幅回路であり、選択スイッチ1705を開いている場合には、コンデンサCにより遮断周波数 $f_c = 1 / (2\pi R_2 C)$ の低域通過フィルタとして動作する。

【0100】フレームレート設定の変更に対応するためには、フレームレート設定部1501からのフレームレート制御信号を受けたコンデンサ選択デコーダ1706が選択スイッチ1705を制御することによってフィルタ定数であるコンデンサC。(この場合、nは1、または2)を選択する。

【0101】この低域通過フィルタの遮断周波数 f_c は、 $1 / (2\pi R_2 (C + C_0))$ である為、フレームレート設定がN [フレーム/秒]のとき、コンデンサ C_0 の容量は、 $1 / (\pi N R_2) - C$ [F]とすればよい。 C_1 と C_2 の2つのコンデンサを設け、選択スイッチ1705を開く、また C_1 、 C_2 のどちらかを選択して閉じることにより3種類のフレームレート設定に対応できる。

【0102】なお、ここでは、2つのコンデンサ C_1 、 C_2 を用意し、このうち1つを選択することによって新たな2種類のフレームレート設定に対応できる例を示したが、いくつかのコンデンサを追加する、あるいは複数のコンデンサを組み合わせることで合成容量を変えられる構成とすることなどによって、これ以上のフレームレート設定に対応することも可能である。

【0103】また、この回路の前後に高域通過フィルタを構成し、帯域通過フィルタとしてもよい。

【0104】なお、フィルタ定数を変えることにより、入力信号に対し、出力信号発生が遅延が手ぶれ補正の効果に影響する場合は、その遅延量に合わせて、手ぶれを検出するためのサンプリングタイミングを遅らせる必要がある。

【0105】このように、本発明について種々の実施形態を説明してきたが、これらに限定されることはない。

【0106】例えば、図1に示した本発明の基本構成に加えて、図18に示す例のようにズームレンズの焦点距離情報を検出する光学情報部1801や、被写体との距離を検出する測距部1802、使用者による手ぶれ補正停止/開始などを含む操作情報を検出する操作部180

3と、これらからの情報と補正効果評価部111からの制御信号によって変換テーブルを制御するテーブル制御部1804とを備えれば、より効果的で、使い勝手のよい手ぶれ補正機能を実現できる。

【0107】さらに、予め用意された変換テーブル以外の変換テーブルを作成できるようにすれば、この変換テーブルを作成した条件下において、より効果的な手ぶれ補正を行うことができる。この新規変換テーブルを作成する例を図19を用いて説明する。

【0108】図19の画像入力装置101では、第1の実施形態の画像入力装置101の構成に加え、動きセンサ部104の内部に動きセンサ部104の出力を保持する動きセンサ出力保持部1901を、手ぶれベクトル検出部110の内部に手ぶれベクトル検出部110の出力を保持する手ぶれベクトル保持部1902を、変換テーブル部106の内部にこれらの保持データから変換テーブルを作成する変換テーブル作成部1903をそれぞれ有する。

【0109】本実施形態においては、動きセンサ部104や手ぶれベクトル検出部110からのデータを保持し、これらのデータから変換テーブルを作成する。つまり、変換テーブル部106内部の変換テーブル作成部1903では、これらのデータから動きセンサ部104の出力と画像ぶれ量の関係を把握し、動きセンサ部104からの入力に対する画像ぶれ量を示すテーブルを作成する。そして、この作成された変換テーブルを基に手ぶれ補正を行う。

【0110】他にも、パンニング、チルティングなどにもなう動きが検出された場合、変換テーブル部106の変換テーブルを調整するために補正効果評価部111の出力に応じて、生成する制御信号として補正停止信号を出力しても良い。これにより、使用者の意図を優先させる事が可能となる。なお、これらの動きが手ぶれではないという判別する基準は、例えば、手ぶれセンサの出力が一定時間以上ほぼ一定値であること、手ぶれセンサの出力の0レベルに対して一定時間以上正負の一方の値であることなどが考えられる。

【0111】

【発明の効果】以上により、装置自体の動きによる手ぶれを検出する手段と、動画像圧縮の過程で検出される動きベクトルを利用して手ぶれベクトルを検出する手段とを有し、それぞれの手ぶれ検出手段の長所を活かし、欠点を補い合うことによって、様々な撮影状況下でも効果的な手ぶれ補正を行える画像入力装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態のブロック図。

【図2】 手ぶれ補正の方法を説明する図。

【図3】 (a)、(b)、(c)、(d)とも変換テーブルを説明する図。

【図 4】 第 1 の実施形態の変換テーブルを周期的に見直す処理のフローチャート。

【図 5】 第 1 の実施形態の手ぶれ補正の評価値算出方法のフローチャート。

【図 6】 第 1 の実施形態の変換テーブルの見直しの必要性を判断する処理のフローチャート。

【図 7】 第 1 の実施形態の変換テーブル切り換え試行処理のフローチャート。

【図 8】 第 1 の実施形態のテーブル選択処理のフローチャート。

【図 9】 変換テーブルの例を説明する図。

【図 10】 その他の手ぶれ補正の評価値算出方法のフローチャート。

【図 11】 その他の手ぶれ補正の評価値算出方法のフローチャート。

【図 12】 その他の変換テーブル切り換え試行処理のフローチャート。

【図 13】 第 2 の実施形態の変換テーブル見直し処理のフローチャート。

【図 14】 第 2 の実施形態の変換テーブル切り換え試行処理のフローチャート。

【図 15】 第 3 の実施形態のブロック図。

【図 16】 手ぶれセンサ出力の積分期間の変更を説明する図。

【図 17】 動きセンサ部のセンサ出力信号処理回路を説明する図。

【図 18】 光学情報などを利用する実施形態に係るブロック図。

【図 19】 変換テーブルを作成する実施形態に係るブロック図。

【図 20】 従来の手ぶれ補正機能を有する装置のプロ

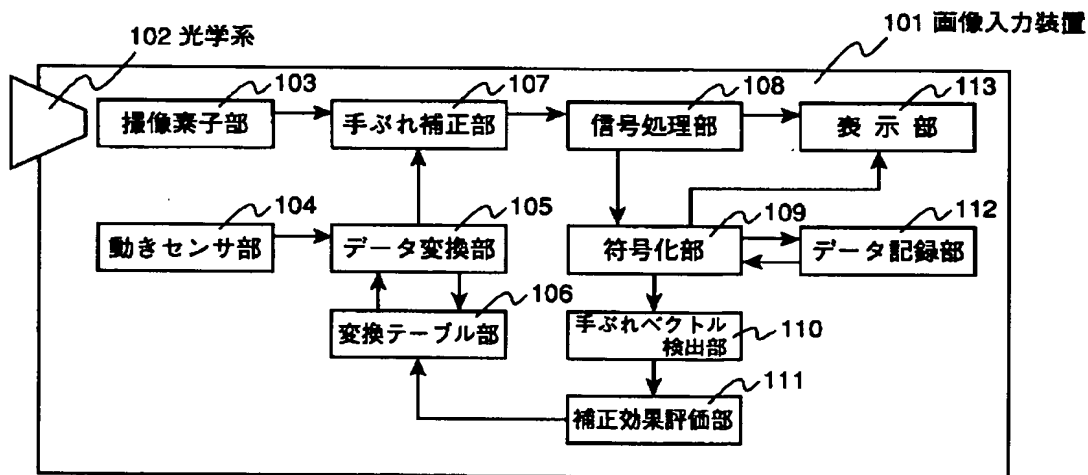
ック図。

【図 21】 遠景撮影と近景撮影における手ぶれの影響を説明する図。

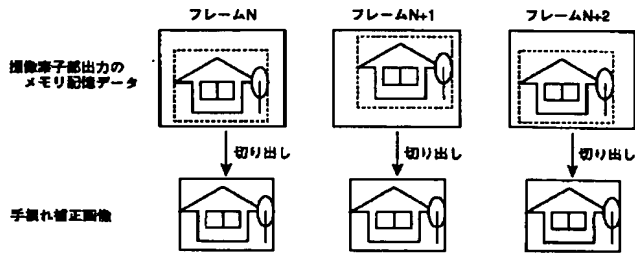
【符号の説明】

101…画像入力装置、
102…光学系、
103…撮像素子部、
104…動きセンサ部、
105…データ変換部、
106…変換テーブル部、
107…手ぶれ補正部、
108…信号処理部、
109…符号化部、
110…手ぶれベクトル検出部、
111…補正効果評価部、
112…データ記録部、
113…表示部、
1501…フレームレート設定部、
1701…入力部、
1702…増幅器、
1703…出力部、
1704…基準値部、
1705…選択スイッチ、
1706…コンデンサ選択デコーダ、
1801…光学情報部、
1802…測距部、
1803…操作部、
1804…テーブル制御部、
1901…動きセンサ出力保持部、
1902…手ぶれベクトル保持部、
1903…変換テーブル作成部。

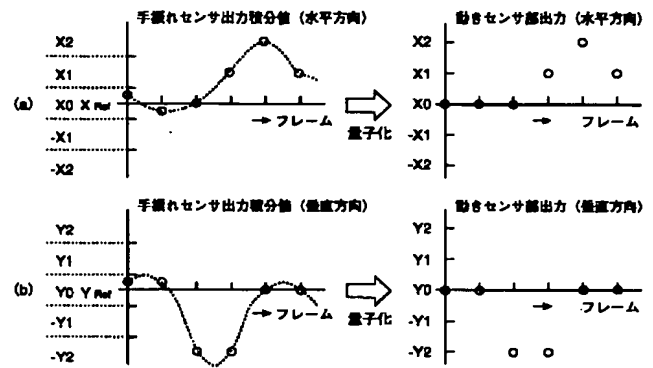
【図 1】



【図 2】



【図 3】



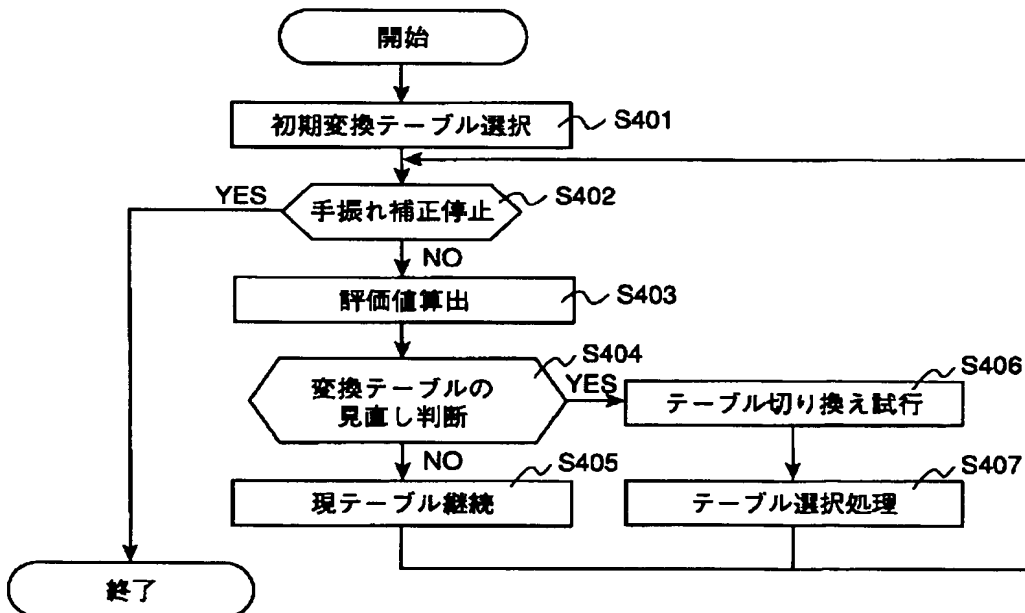
(c)

	-Y2	-Y1	Y0	Y1	Y2
-X2	-Sx2,-Sy2	-Sx2,-Sy1	-Sx2,Sy0	-Sx2,Sy1	-Sx2,Sy2
-X1	-Sx1,-Sy2	-Sx1,-Sy1	-Sx1,Sy0	-Sx1,Sy1	-Sx1,Sy2
X0	Sx0,-Sy2	Sx0,-Sy1	Sx0,Sy0	Sx0,Sy1	Sx0,Sy2
X1	Sx1,-Sy2	Sx1,-Sy1	Sx1,Sy0	Sx1,Sy1	Sx1,Sy2
X2	Sx2,-Sy2	Sx2,-Sy1	Sx2,Sy0	Sx2,Sy1	Sx2,Sy2

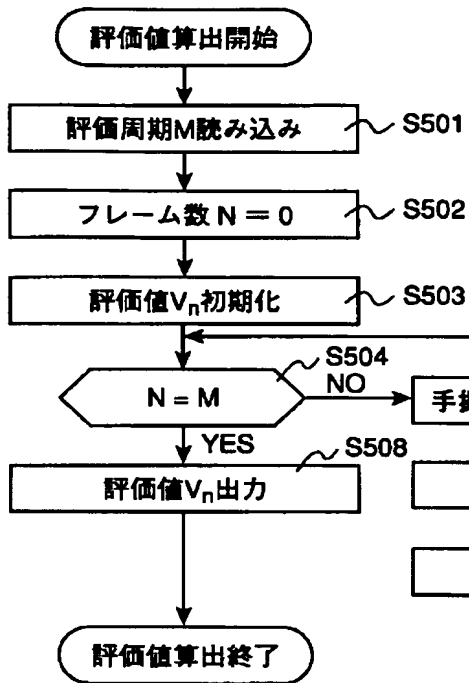
(d)

	Y0	Y1	Y2
X0	Sx0,Sy0	Sx0,Sy1	Sx0,Sy2
X1	Sx1,Sy0	Sx1,Sy1	Sx1,Sy2
X2	Sx2,Sy0	Sx2,Sy1	Sx2,Sy2

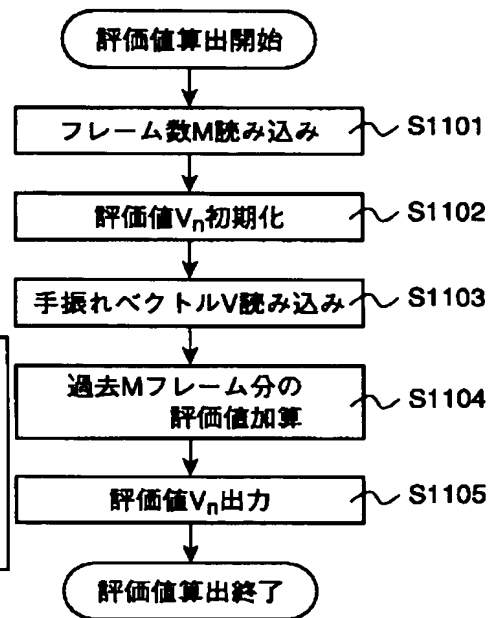
【図 4】



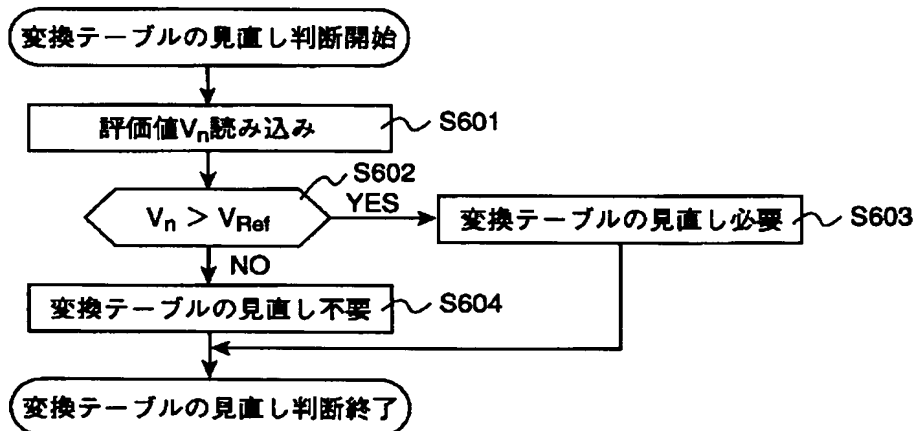
【図 5】



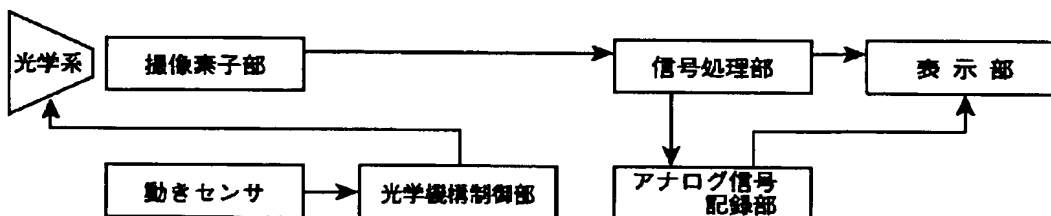
【図 11】



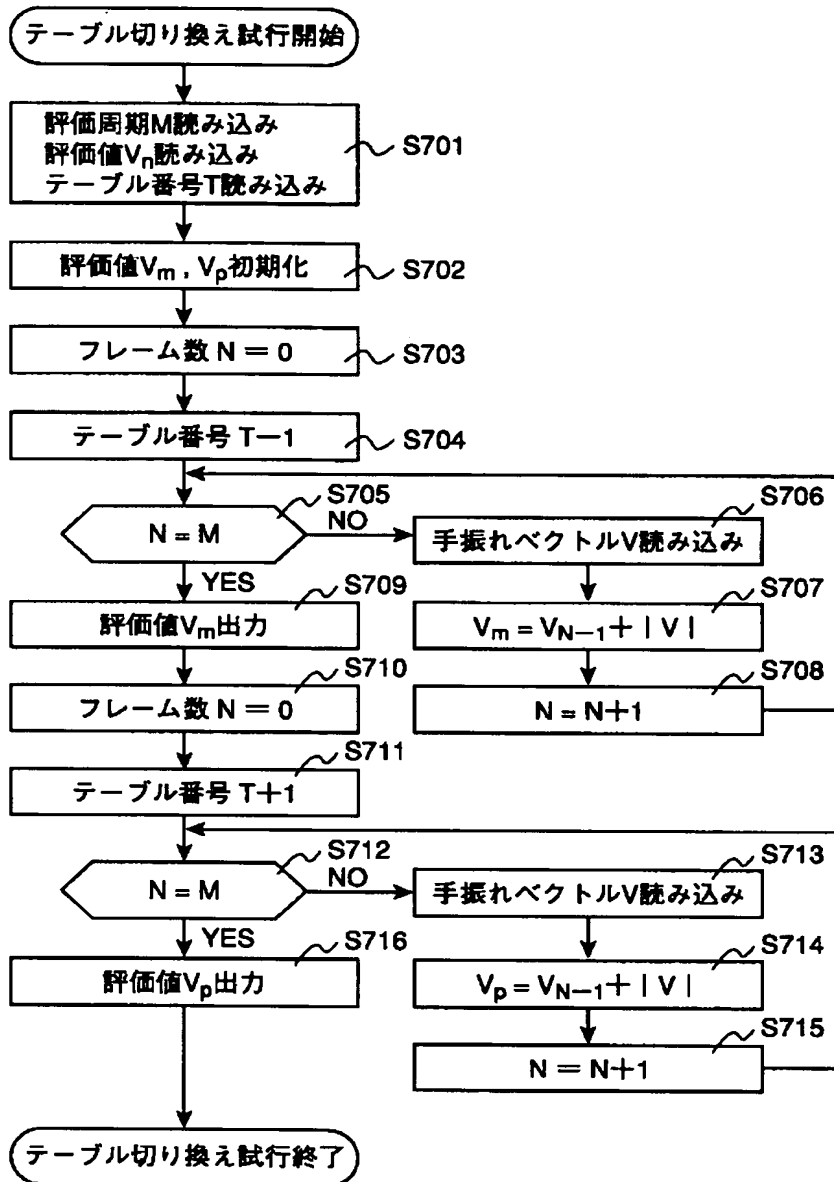
【図 6】



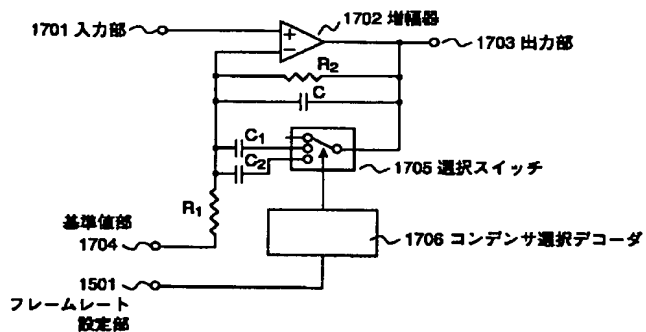
【図 20】



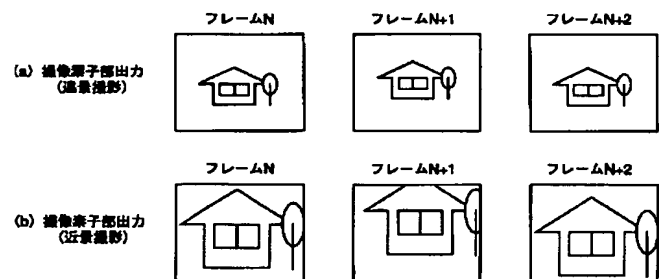
【図 7】



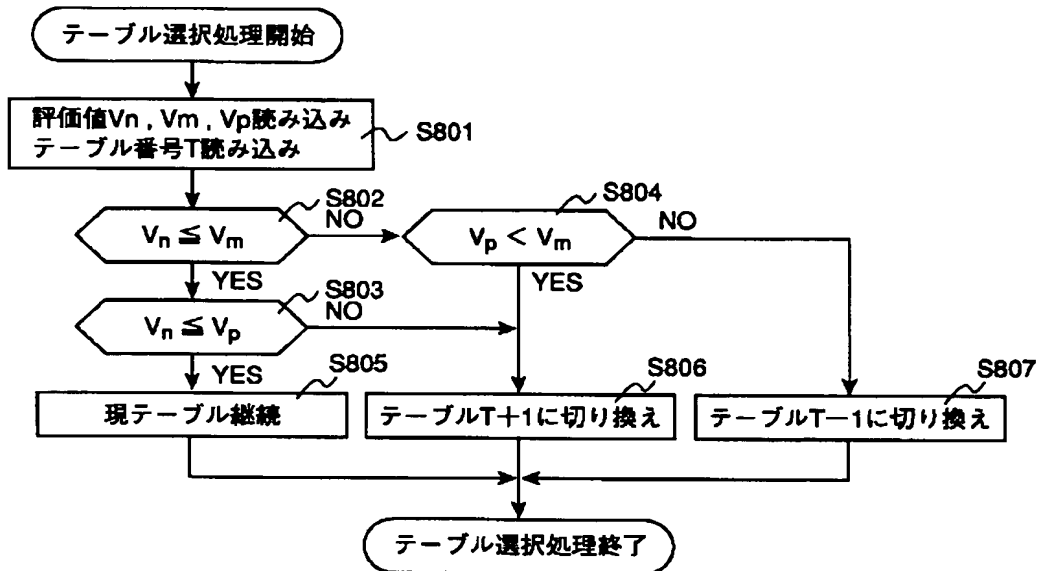
【図 17】



【図 21】



【図 8】



【図 9】

	-Y2	-Y1	Y0	Y1	Y2
-X2	-2,-2	-2,-1	-2,0	-2,1	-2,2
-X1	-1,-2	-1,-1	-1,0	-1,1	-1,2
X0	0,-2	0,-1	0,0	0,1	0,2
X1	1,-2	1,-1	1,0	1,1	1,2
X2	2,-2	2,-1	2,0	2,1	2,2

(a)

	-Y2	-Y1	Y0	Y1	Y2
-X2	-4,-4	-4,-2	-4,0	-4,2	-4,4
-X1	-2,-4	-2,-2	-2,0	-2,2	-2,4
X0	0,-4	0,-2	0,0	0,2	0,4
X1	2,-4	2,-2	2,0	2,2	2,4
X2	4,-4	4,-2	4,0	4,2	4,4

(b)

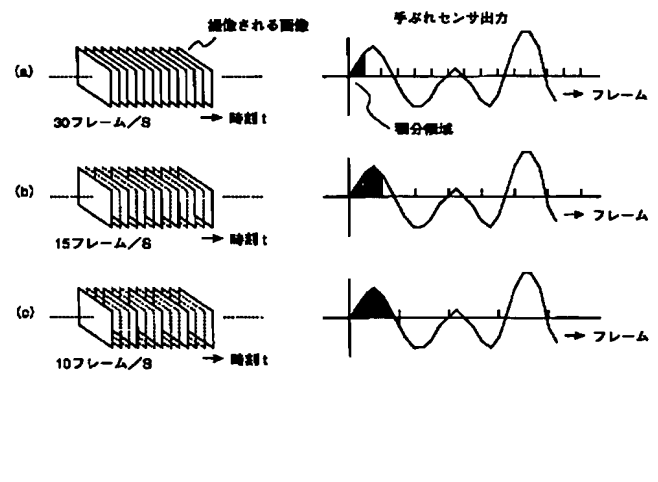
	-Y2	-Y1	Y0	Y1	Y2
-X2	-1,-1	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3
-X1	0,-1	0,0	0,1	0,2	0,3
X0	1,-1	1,0	1,1	1,2	1,3
X1	2,-1	2,0	2,1	2,2	2,3
X2	3,-1	3,0	3,1	3,2	3,3

(c)

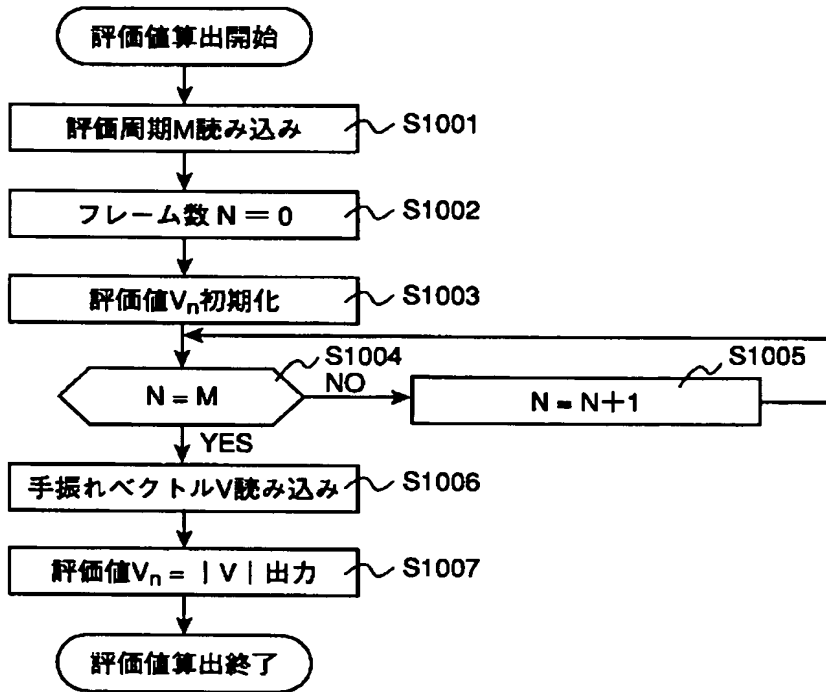
	-Y2	-Y1	Y0	Y1	Y2
-X2	-1,-1	-1,-1	-1,0	-1,1	-1,1
-X1	-1,-1	0,0	0,0	0,0	-1,1
X0	0,-1	0,0	0,0	0,0	0,1
X1	1,-1	0,0	0,0	0,0	1,1
X2	1,-1	1,-1	1,0	1,1	1,1

(d)

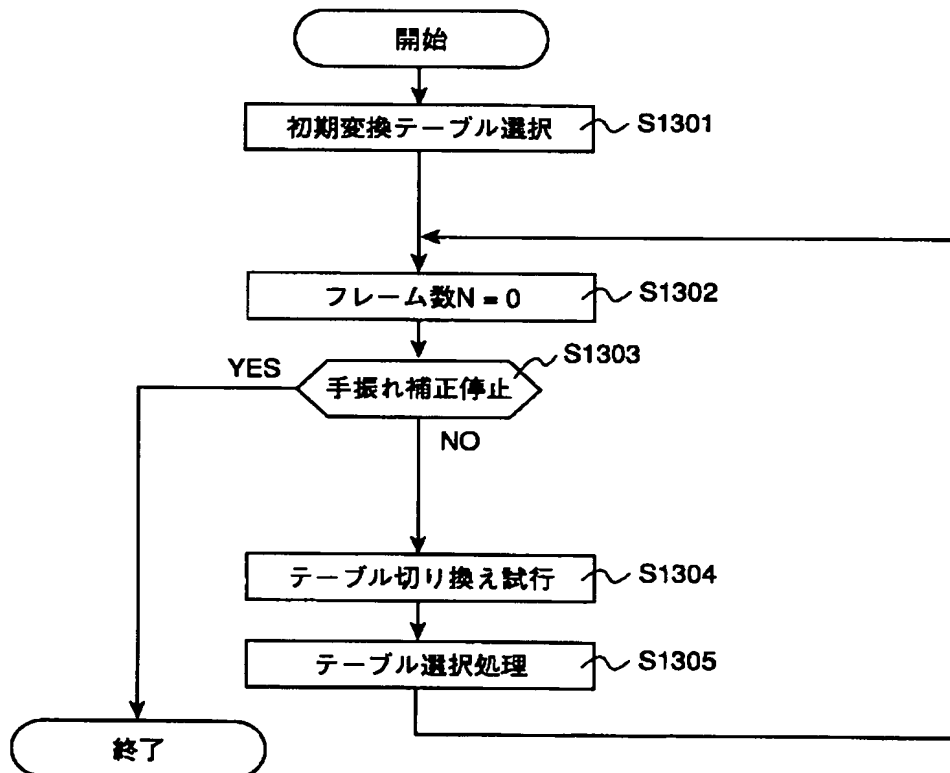
【図 16】



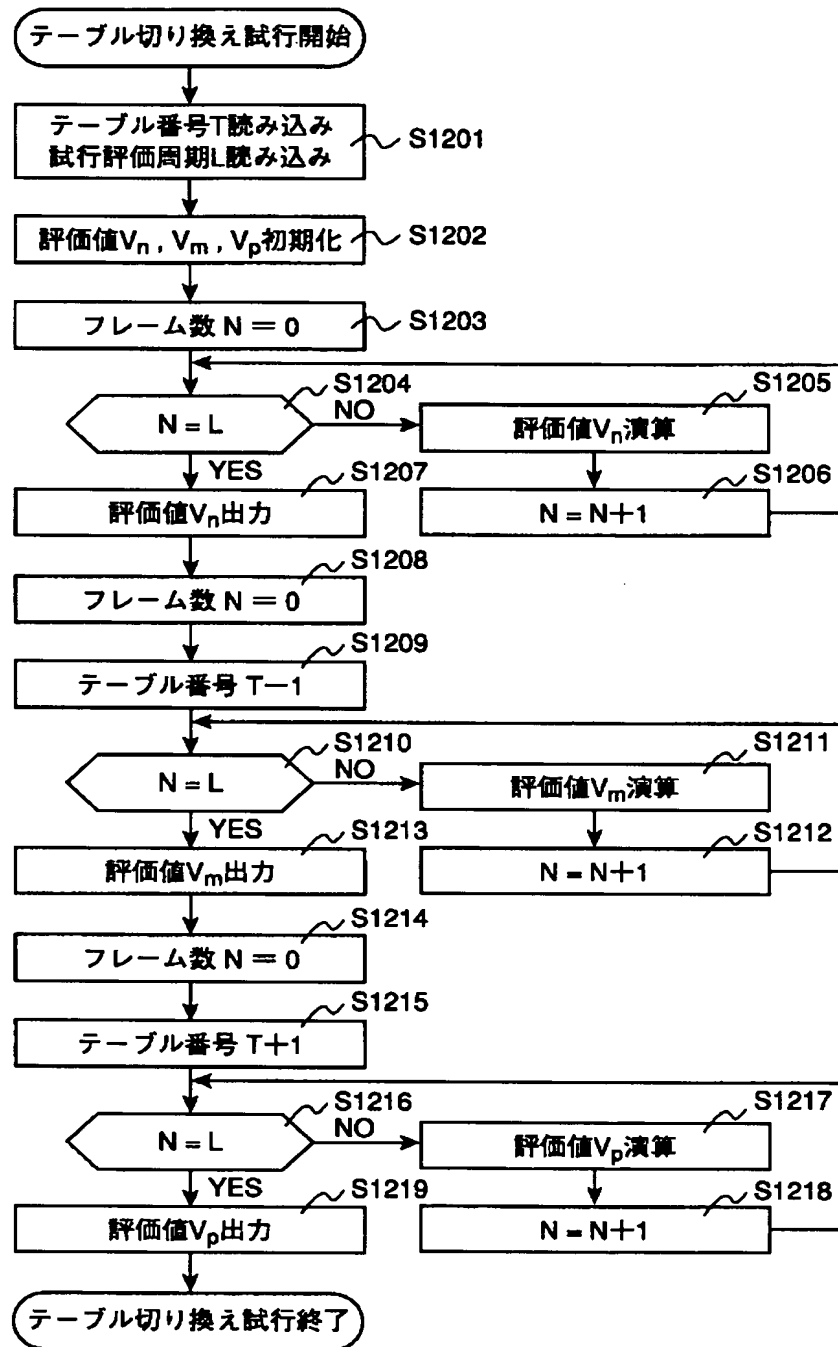
【図10】



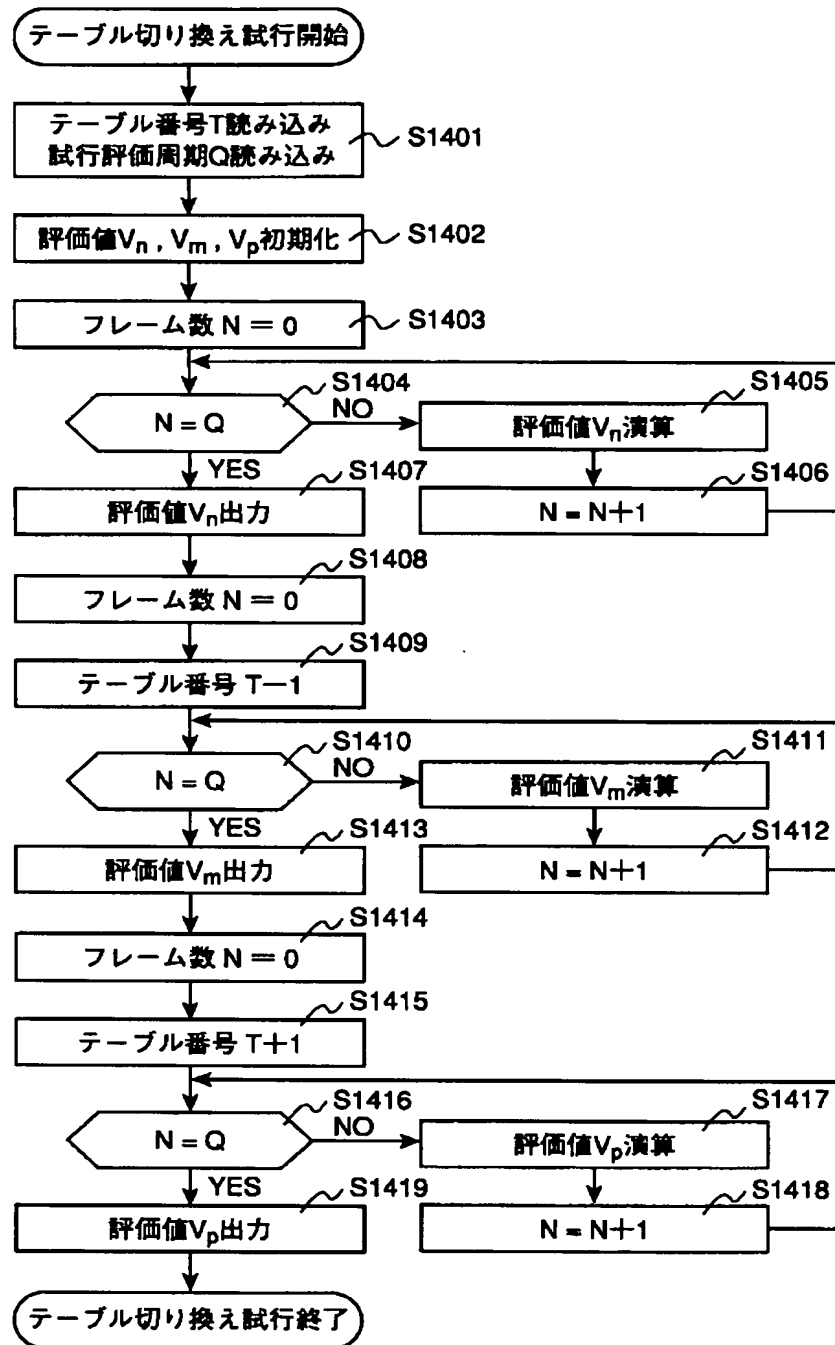
【図13】



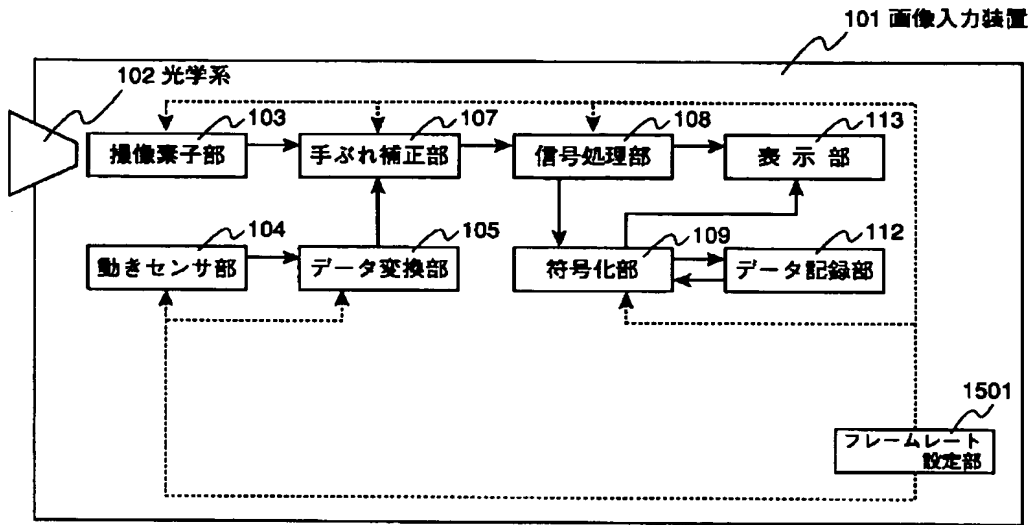
【図 12】



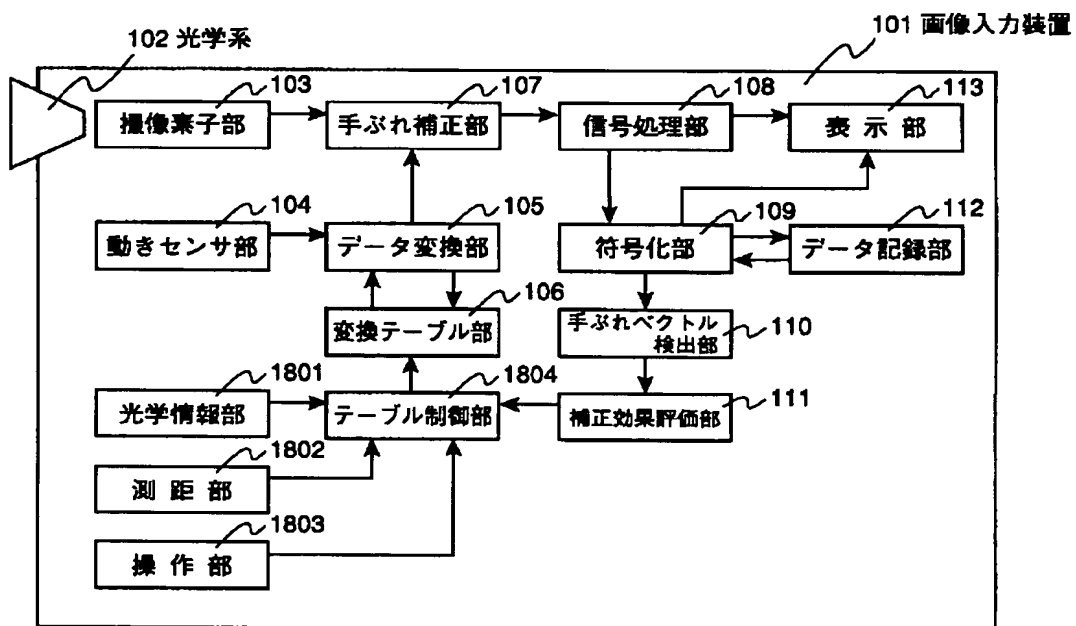
【図 14】



【図 15】



【図 18】



【図 19】

